










Device for producing plasma using cathodic sputtering

Patent number: EP0593924
Publication date: 1994-04-27
Inventor: LATZ RUDOLF DR (DE)
Applicant: LEYBOLD AG (DE)
Classification:
- **International:** H01J37/32; H01J37/34; H05H1/46
- **European:** H01J37/32H1D; H01J37/34M2
Application number: EP19930115314 19930923
Priority number(s): DE19924235064 19921017

Also published as:

 US5417834 (A1)
 JP6240452 (A)
 DE4235064 (A1)
 EP0593924 (B1)

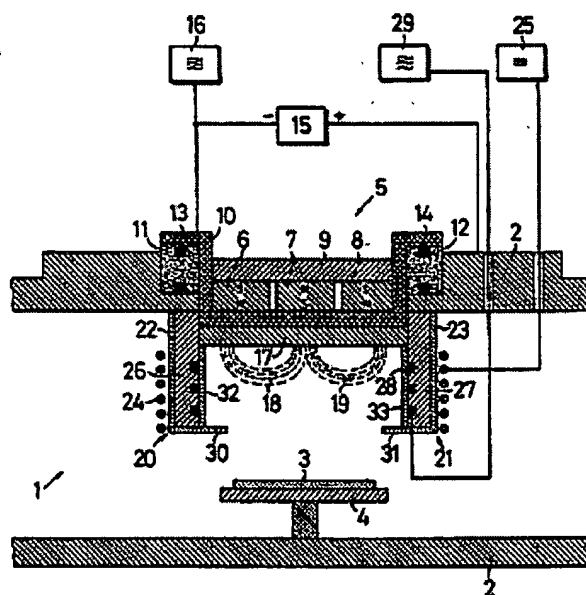
Cited documents:

 EP0403418
 WO9207969
 DE4042289
 EP0271341
 WO8606923

Report a data error here

Abstract of EP0593924

The invention relates to a device for producing a plasma using cathodic sputtering. This device has a magnetron (5) and a target (17) with shielding plates (22, 23). Wound around these shielding plates are two coils (24, 28) with a common centre axis, of which the one coil (24) is connected to a direct-current source (25) and the other coil (28) is connected to a high-frequency source (29). The interaction of the fields of the two coils causes helicon or whistler waves.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 593 924 A1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: **93115314.2**

⑤ Int. Cl.⁵: **H01J 37/32, H01J 37/34,
H05H 1/46**

⑳ Anmeldetag: **23.09.93**

③① Priorität: **17.10.92 DE 4235064**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.04.94 Patentblatt 94/17

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI NL

⑦① Anmelder: **LEYBOLD AKTIENGESELLSCHAFT**
Wilhelm-Rohn-Strasse 25,
Postfach 1555
D-63450 Hanau(DE)

⑦② Erfinder: **Latz, Rudolf, Dr.**
Spessartring 15
D-63110 Rodgau-Dudenhofen(DE)

⑦④ Vertreter: **Schickedanz, Willi, Dipl.-Ing.**
Langener Strasse 68
D-63073 Offenbach (DE)

⑤④ **Vorrichtung zum Erzeugen eines Plasmas mittels Kathodenzerstäubung.**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Plasmas mittels Kathodenzerstäubung. Diese Vorrichtung weist ein Magnetron (5) und ein Target (17) mit Abschirmblechen (22,23) auf. Um diese Abschirmbleche sind zwei Spulen (24,28) mit gemeinsamer Mittelachse gewickelt, von denen die eine Spule (24) an einer Gleichstromquelle (25) und die andere Spule (28) an einer Hochfrequenzquelle (29) liegt. Durch das Zusammenwirken der Felder beider Spulen entstehen Helicon- oder Whistler-Wellen.

EP 0 593 924 A1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Plasmas mittels Kathodenzerstäubung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Auf zahlreichen Gebieten der Technik ist es erforderlich, dünne Schichten auf Substrate aufzubringen. Beispielsweise werden Glasscheiben beschichtet, um ihnen zu besonderen Eigenschaften zu verhelfen, oder es werden Uhrengehäuse aus einem weniger edlen Material mit einer aus edlem Material bestehenden Schicht überzogen.

Für das Aufbringen dünner Schichten auf Substrate sind bereits zahlreiche Verfahren vorgeschlagen worden, von denen lediglich die Galvanotechnik und das Beschichten aus einem Plasma heraus erwähnt seien. Das Beschichten aus dem Plasma hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen, weil es eine Vielzahl von Materialien als Beschichtungsmaterial zuläßt.

Um ein für die Beschichtung geeignetes Plasma herzustellen, sind ebenfalls verschiedene Verfahren vorgeschlagen worden. Von diesen Verfahren ist das Kathodenzerstäubungsverfahren, das auch Sputtern genannt wird, wegen seiner hohen Beschichtungsraten von großem Interesse.

Bei einer bekannten Vorrichtung für die Erzeugung eines Plasmas hoher Dichte kommt ein Hochfrequenz-Generator zum Einsatz, der 13,56 MHz-Wellen entlang eines Magnetfelds sendet, welches durch einen externen Magnetfeldgenerator in den Entladungsraum gelangt (US-PS 4 990 229). Mit Hilfe dieser Vorrichtung werden Helicon-Whistler-Wellen in einem Plasmaraum angeregt, die zu einer besonders hohen Plasmaaktivierung führen. Um bestimmte Wellenmoden für Whistler-Wellen anzuregen, sind besondere Antennenstrukturen vorgesehen. Eine Antenne für die Anregung von Whistler-Wellen ist bei einer Anregungsfrequenz von 13,56 MHz derart ausgelegt, daß sie die $m = 0$ und $m = 1$ Moden anregt.

Der Nachteil der bekannten Vorrichtung besteht darin, daß mit ihr zwar ein hochaktiviertes und hochionisiertes Plasma erzeugt werden kann, daß es jedoch nicht möglich ist, eine Sputterbeschichtung durchzuführen.

Es ist weiterhin eine Sputteranlage bekannt, die eine Hochfrequenz-Anregungsspule mit vier Windungen aufweist, welche zwischen einem scheibenförmigen Target und einem Substrathalter in einer herkömmlichen DC-Dioden-Anlage angeordnet ist (Matsuo Yamashita: "Effect of magnetic field on plasma characteristics of built-in high-frequency coil type sputtering apparatus", J. Vac. Sci. Technol. A 7 (4), Jul/Aug 1989, S. 2752 - 2757). Senkrecht zur Achse der Hochfrequenz-Anregungsspule verläuft außerdem ein statisches Magnetfeld, das in den Plasmabereich eindringt. Mit dieser Sputteranlage ist es indessen nicht möglich, Whistler-Wellen

zu erzeugen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Plasmaraum einer Magnetron-Kathode derart mit einer HF-Welle zu beaufschlagen, daß sich Whistler-Wellen ausbilden können.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Der mit der Erfindung erzielte Vorteil besteht insbesondere darin, daß aufgrund einer höheren Volumenwirksamkeit ein wesentlich höherer Ionisationsgrad als bei herkömmlichen Vorrichtungen erzielt werden kann. Durch die Anregung von Whistler-Wellen im Plasma wird das Plasma besonders effektiv ionisiert. Aber auch ohne Anregung von "Whistler-Wellen", d. h. bei normaler Anregung, wird ein höherer Plasmaionisationsgrad erzeugt als bei Anlagen, in denen keine Welleneinkopplung erfolgt. Durch die Erfindung werden die hohe Plasmadichte und die Sputterbeschichtung miteinander kombiniert.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Plasmakammer mit einer Magnetronkathode und einer Spulenantenne;
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der Magnetronkathode und der Spulenantenne gemäß Fig. 1;
- Fig. 3 eine erste Hochfrequenzspulenvorrichtung;
- Fig. 4 eine zweite Hochfrequenzspulenvorrichtung;
- Fig. 5 eine dritte Hochfrequenzspulenvorrichtung.

In der Fig. 1 ist ein Ausschnitt aus einer Plasmakammer 1 gezeigt, die von einem Gehäuse 2 umgeben ist. Im unteren Bereich des Gehäuses 2 befindet sich ein Substrat 3 auf einem Drehteller 4. Oberhalb des Substrats 3, das geätzt oder beschichtet werden soll, ist eine Magnetronkathode 5 vorgesehen, die ihrerseits drei Dauermagnete 6, 7, 8, ein Joch 9 sowie eine Kathodenwanne 10 aufweist. Die Kathodenwanne 10 ruht auf Isolatoren 11, 12, die mit Dichtungen 13, 14 versehen sind. Diese Isolatoren 11, 12 sind in die Oberseite des Gehäuses 2 eingebettet. An der Elektrodenwanne 10 liegt der Minuspol einer Gleichstromversorgung 15, deren Pluspol mit der Gehäusemasse des Rezipienten 2 verbunden ist. Alternativ zur Gleichstromversorgung 15 kann auch noch eine Hochfrequenzversorgung 16 vorgesehen sein. Unterhalb der Kathodenwanne 10 befindet sich ein Target 17, durch das die Magnetfeldlinien 18, 19 der Dauermagnete 6 bis 8 stoßen. Zu beiden Seiten des Targets 17 ist eine L-förmige Abschirmung 20, 21 angeordnet.

Um den vertikalen Teil 22, 23 der Abschirmung 20, 21 ist eine Spule 24 gewickelt, die an einer

Gleichspannungsquelle 25 liegt. Die Spule 24 ist eine Spule für die Erzeugung eines zusätzlichen Magnetfelds im Plasmaraum. Sie wird bevorzugt mit Gleichstrom betrieben. Vor dem vertikalen Teil 22, 23 ist ein Isolator 26, 27 vorgesehen, der Nuten aufweist, in denen sich eine weitere Spule 28 befindet, die an eine Hochfrequenzquelle 29 angeschlossen ist. Der Isolator 26, 27 wird auf seiner Unterseite durch einen horizontalen Teil 30, 31 hinter der Abschirmung 20, 21 abgeschlossen. Dieser Teil der Abschirmung 20, 21 ist elektrisch isoliert und kann entweder geerdet oder auf ein beliebiges elektrisches Potential gelegt werden. Er stellt die effektive Anode der Vorrichtung dar und kann gleichzeitig als Verteilungsblende genutzt werden. Vor der als Antenne wirkenden Spule 28 ist eine Abdeckplatte 32, 33 aus einem isolierenden Material, z. B. aus Glas oder aus Metall, angeordnet. Im Falle einer metallenen Abdeckplatte ist diese isoliert angebracht und kann entweder elektrisch floatend sein oder von außen mit einer beliebigen Spannung beaufschlagt werden. Die Hochfrequenzquelle 29 erzeugt mittels der Antennenspule 28 im Plasmaraum elektromagnetische Wellen, die sich zu Whistler-Wellen ausbilden können. Durch das Zusammenspiel der elektromagnetischen Wellen der Spule 28 mit dem Feld der Spule 24 kommt es zur Anregung von Helicon-Moden im Plasma.

Die Fig. 2 zeigt die Magnetronkathode 5 mit der Abschirmung 20, 21 und den beiden Spulen 24 und 28. Man erkennt hierbei deutlich, daß die Spulen 24, 28 derart in die Abschirmung 20, 21 eingebettet sind bzw. diese derart umschlingen, daß die bei Stromdurchfluß entstehenden Magnetfelder senkrecht auf dem Target 17 stehen. Das Substrat 3 und der Drehteller 4 sind in der Fig. 2 weggelassen. Die Versorgungsquellen 25 und 29 sind innerhalb des Gehäuses 2 dargestellt, obwohl sie sich in Wirklichkeit außerhalb dieses Gehäuses 2 befinden, wie es die Fig. 1 zeigt.

Eine genauere Darstellung der Hochfrequenzspule 28 zeigen die Fig. 3 bis 5. In der Fig. 3 ist die Spule 28 im Uhrzeigersinn gewickelt und mit ihrem einen Ende an Masse oder Erde gelegt, während ihr anderes Ende 36 mit der Hochfrequenzquelle 29 verbunden ist.

Bei der Spulenordnung gemäß Fig. 4 sind beide Enden 35, 36 der Spule 28 an Erde oder Masse gelegt, während die Hochfrequenzquelle 29 an die Mitte der Spule 28 angeschlossen ist.

In der Fig. 5 ist die Spule 28 in zwei Hälften 40, 41 unterteilt, wobei der Wickelsinn dieser beiden Hälften 40, 41 entgegengesetzt ist. Beide Hälften sind in einem bestimmten Abstand voneinander in die Nuten eines Isolators eingebettet. Die eine dieser Hälften 40 liegt in dem Isolator 26 eingebettet, während die andere Hälfte 41 in den Nuten des Isolator 27 liegt. Der Wickelsinn der Spu-

lenhälften 40, 41 ist dabei derart, daß ihre Magnetfelder parallel zur Oberfläche des Targets 17 verlaufen. Mit d ist die Nutbreite bezeichnet, während mit a der Abstand zwischen den Spulenteilstücken 40, 41 bezeichnet ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen eines Plasmas mittels Kathodenerstäubung, mit
 - a) einer Plasmakammer (1),
 - b) einem Target (17) in dieser Plasmakammer (1), das mit einer Elektrode (10) verbunden ist, die an einer Stromversorgung (15, 16) liegt,
 - c) einem Magnetron (5), dessen Magnetfeld (18, 19) aus dem Target (17) austritt und in dieses wieder eintritt,
 - d) Abschirmblechen (22, 23), die senkrecht zur Oberfläche des Targets (17) verlaufen und an wenigstens zwei Seiten des Targets (17) vorgesehen sind,**gekennzeichnet durch,**
 - e) eine erste Spule (24), die um die Abschirmbleche (22, 23) gewickelt ist und an einer Gleichspannungsquelle (25) liegt, und
 - f) eine zweite Spule (28), die in einem Abstand von der ersten Spule (24) angeordnet ist und an einer Hochfrequenzquelle (29) liegt, die vorzugsweise im MHz-Bereich betrieben wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Spule (24, 28) durch ein Abschirmblech (22, 23) und einen Isolator (26, 27) gebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abschirmbleche (22, 23) die Form eines L besitzen, wobei der untere Schenkel des L nach innen in den Plasmaraum (1) ragt und von den übrigen Abschirmblechen elektrisch isoliert ist und an beliebigem elektrischen Potential liegt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Spule (24) als Hohlröhre ausgebildet ist und von einem Kühlmittel durchströmt wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Isolatoren (26, 27) auf ihren nach innen gerichteten Seiten Nuten besitzen, in welche die Wicklungen der zweiten Spule (28) eingebettet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Spule (28) zum Raum zwischen Target (17) und Substrat (3) hin durch einen elektrischen Isolator (32, 33) abgeschirmt ist. 5
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Spule (28) zum Raum zwischen Target (17) und Substrat (3) hin durch eine nichtmagnetische Metallplatte 10 abgeschirmt ist, die isoliert aufgehängt ist und an einem beliebigen elektrischen Potential liegt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Spule (28) mit ihrem einen Ende (36) an der Hochfrequenzquelle (29) und mit ihrem anderen Ende (35) an Masse oder Erde angeschlossen ist. 15 20
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Spule (28) mit ihren beiden Enden (36, 35) an Masse oder Erde angeschlossen ist, während ein mittlerer Bereich dieser Spule (28) an einem Hochfrequenzgenerator (29) liegt. 25
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Spule (28) in zwei Hälften unterteilt ist, von denen die eine Hälfte (40) eine Wickelrichtung im Uhrzeigersinn und die andere Hälfte (41) eine Wickelrichtung im Gegenuhrzeigersinn hat. 30
11. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das von der ersten Spule erzeugte Gleichfeld eine Stärke von ca. 500 Gauss aufweist. 35
12. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hochfrequenzquelle (29) bei einer Frequenz von 13,56 MHz betrieben wird. 40

45

50

55

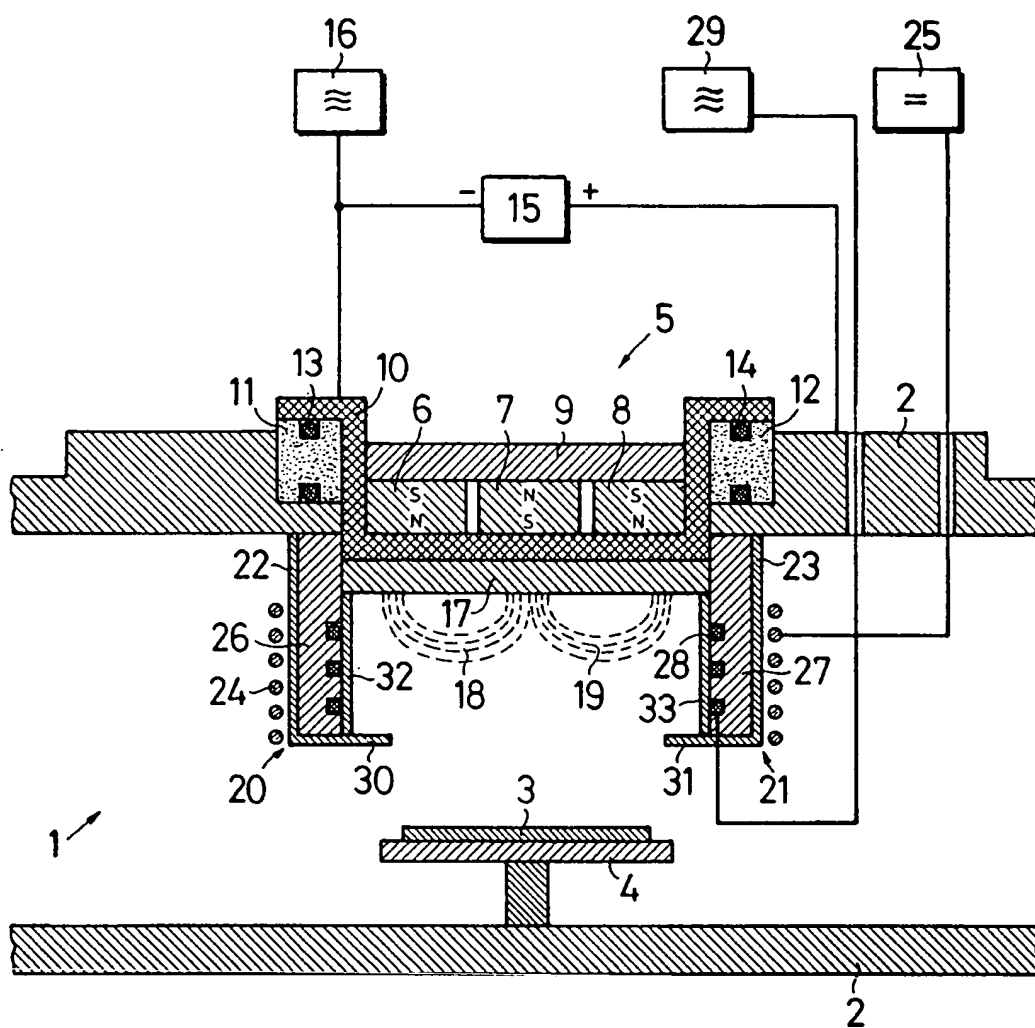


FIG.1

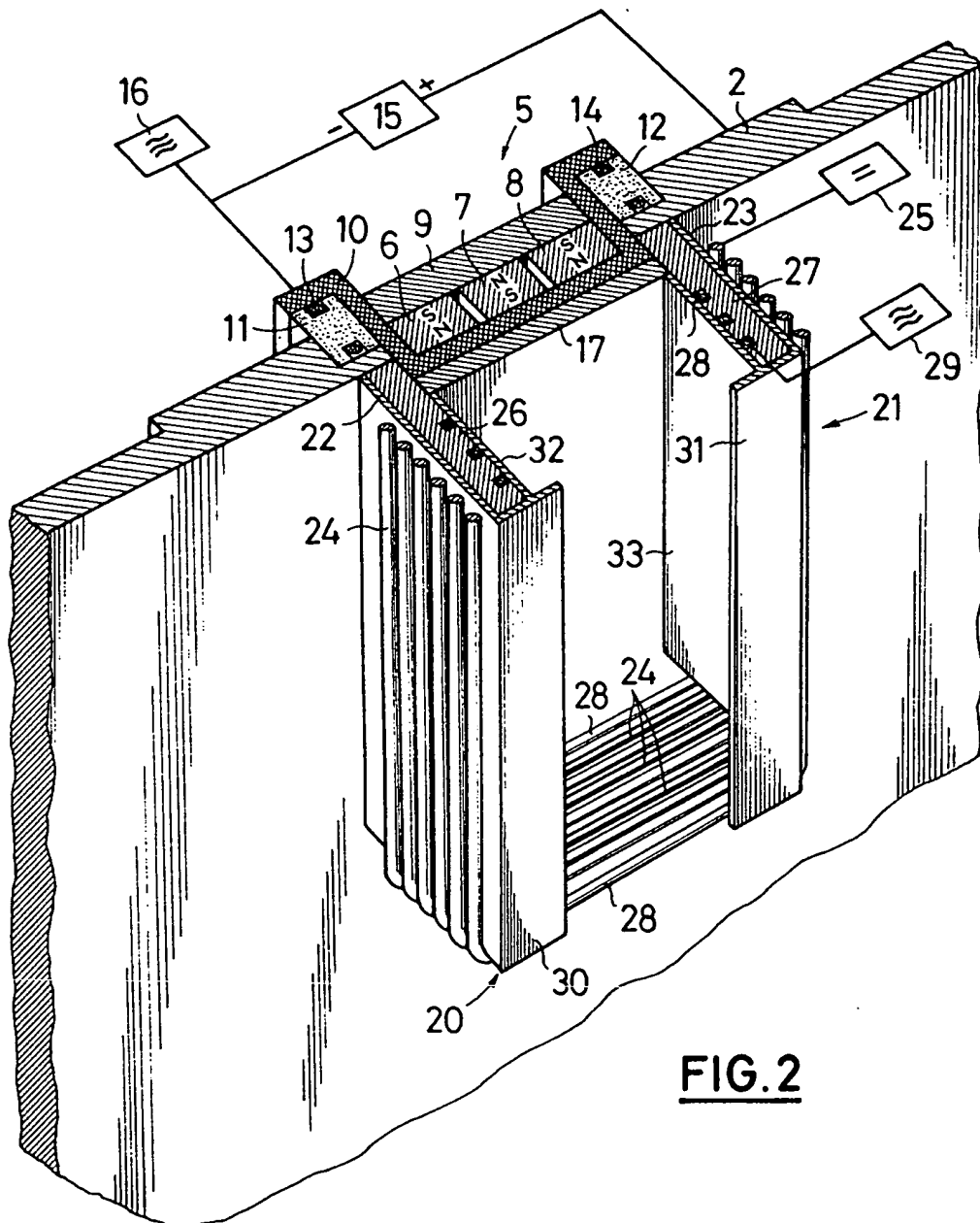
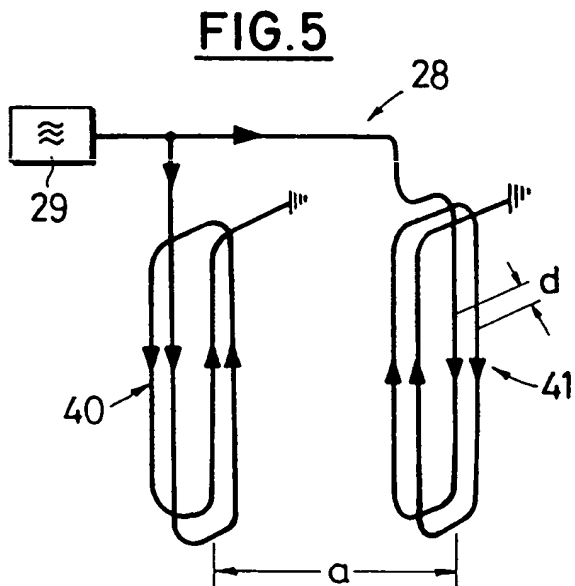
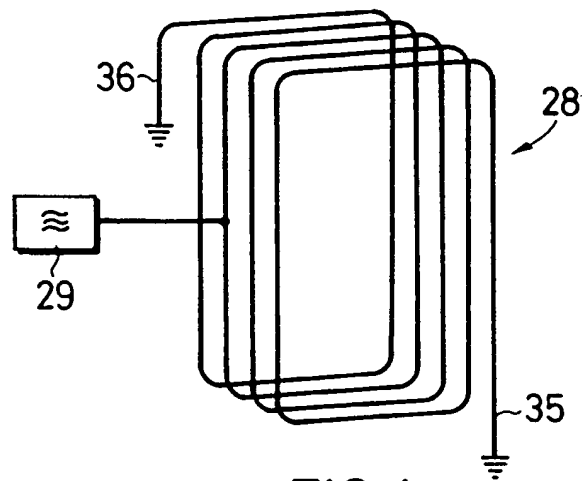
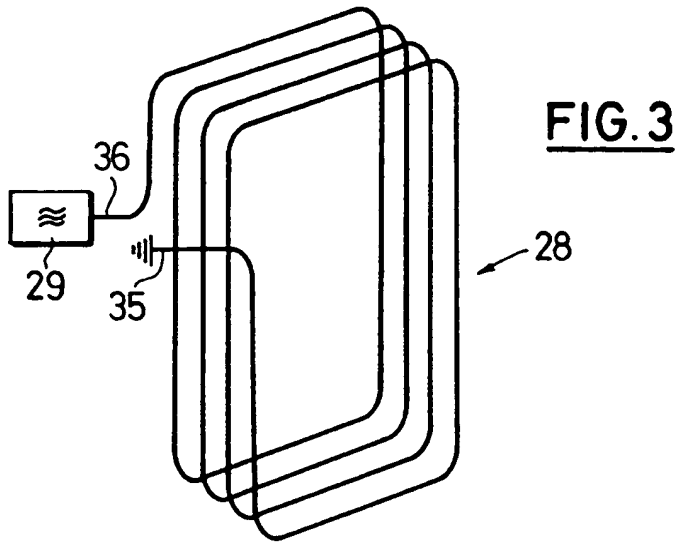


FIG. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 93 11 5314

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
D,A	EP-A-0 403 418 (PLASMA & MATERIALS TECHNOLOGIES) * Zusammenfassung * * Spalte 7, Zeile 26 - Spalte 8, Zeile 1 * * Spalte 9, Zeile 15 - Spalte 10, Zeile 41 * ---	1,8, 10-12	H01J37/32 H01J37/34 H05H1/46
A	WO-A-92 07969 (IBM) * Zusammenfassung * * Seite 6, Zeile 2 - Seite 8, Zeile 9; Abbildungen 1-3 * ---	1,8	
A	DE-A-40 42 289 (LEYBOLD AG) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 17 - Zeile 48; Abbildung 2 * ---	1	
A	EP-A-0 271 341 (DOBSON) * Spalte 1, Absatz 1 * * Spalte 4, Zeile 33 - Zeile 62; Abbildung 3 * ---	1	
A	WO-A-86 06923 (AUSTRALIAN NATIONAL UNIVERSITY) * Seite 1, Absatz 1 * * Seite 9, Zeile 7 - Seite 10, Zeile 13; Abbildung 1 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			H01J H05H
Recherchenort		Prüfer	
DEN HAAG		GREISER, N	
Abschlußdatum der Recherche			
17. Januar 1994			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			